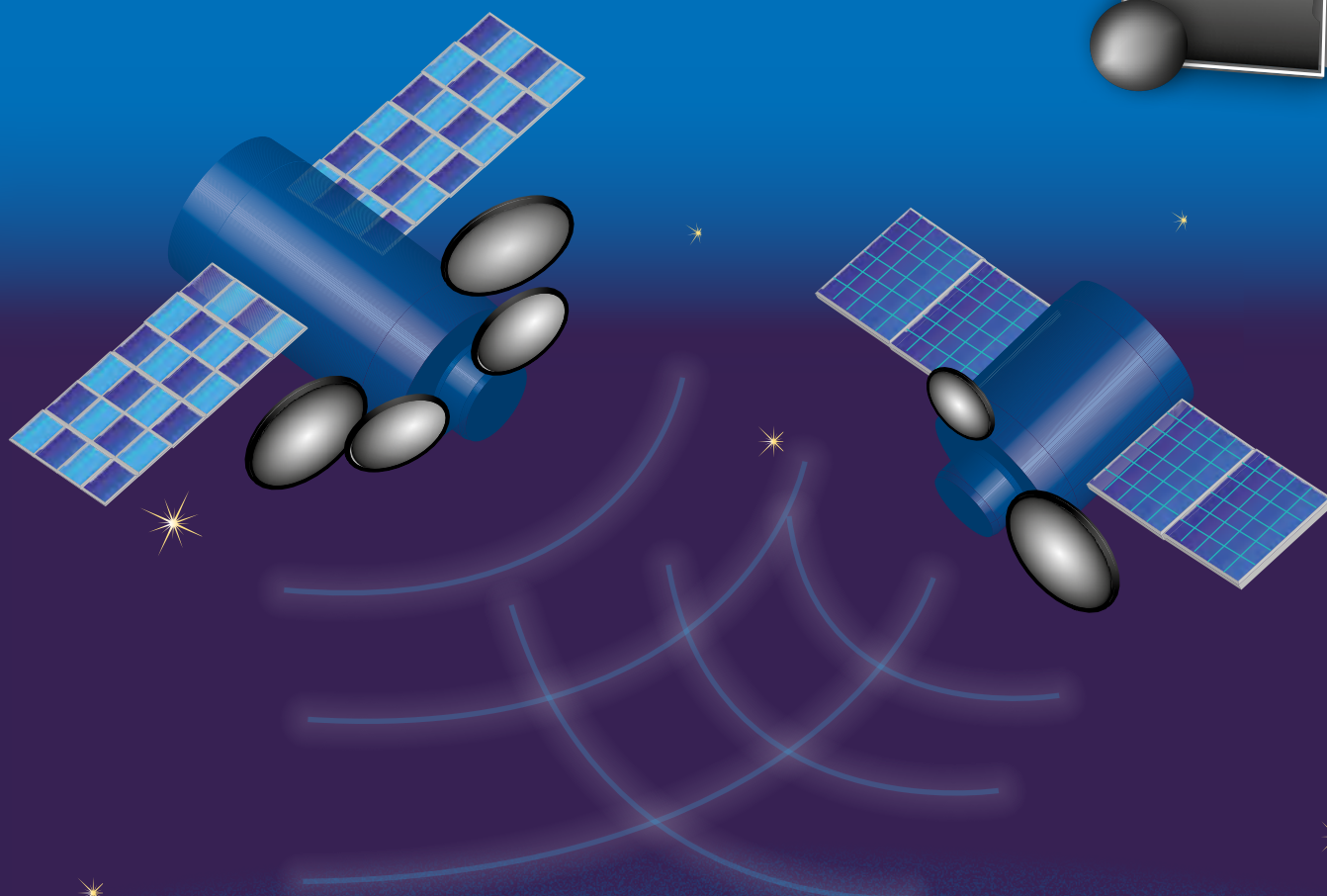
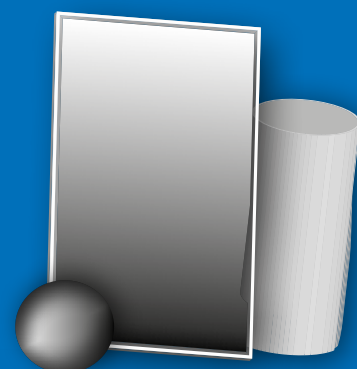
Anno LXII
Numero 1
Aprile 2013

Elettronica e telecomunicazioni

Centro Ricerche e
Innovazione Tecnologica

Editoriale

DVB-CID
il nuovo standard DVB per
l'identificazione della portante satellitare

Evoluzione del VMS
(Virtual Microphone System)

La rivista è disponibile su web
alla URL www.crit.rai.it/eletel.htm

Indice

Anno LXII
N° 1
Aprile 2013

Rivista quadrimestrale a cura della Rai

Direttore responsabile
Gianfranco Barbieri

Comitato direttivo
Gino Alberico
Marzio Barbero
Mario Cominetti
Giorgio Dimino
Alberto Morello
Mario Stroppiana

Redazione
Marzio Barbero
Gemma Bonino

Editoriale

Gianfranco **Barbieri**
Direttore di
"Elettronica e Telecomunicazioni"

Numerosi lettori ci chiedono di essere informati sui nuovi standard di telefonia mobile cellulare, in particolare per quanto riguarda le anticipazioni di alcuni organi di stampa su possibili implicazioni che l'attivazione dei nuovi servizi potrebbe avere sulla ricezione dei programmi televisivi. Questa importante tematica è già stata oggetto di un articolo[nota] e ci ripromettiamo di affrontarla nuovamente nei prossimi numeri della rivista. La più recente evoluzione degli standard di telefonia mobile GSM/UMTS, CDMA 2000 e TD-SCDMA, nota con l'acronimo LTE (*Long Term Evolution*) nasce come nuova generazione per i sistemi di accesso mobile a banda larga. A questo standard di comunicazione sono state assegnate varie bande di frequenze ed in particolare quelle dei canali 60-69 UHF, che non saranno più utilizzati per la trasmissione di segnali televisivi. Gli impianti centralizzati attuali sono tuttavia progettati e usati per ricevere e amplificare i segnali anche su questa banda e, per questo motivo, i segnali LTE possono causare delle interferenze a seconda della distanza da un ripetitore LTE e la direzione di puntamento dell'antenna. Di conseguenza, molti impianti esistenti dovranno essere modificati per far fronte al problema.

Nota - *D. Milanesio, B. Sacco, V. Sardella*: "LTE e DTT: Effetti dei segnali per la telefonia mobile di 4a generazione sugli attuali impianti d'antenna televisivi", Elettronica e Telecomunicazioni, dicembre 2011.

Il Centro Ricerche della Rai ha sempre svolto un ruolo di primo piano nell'attività di standardizzazione degli Organismi Internazionali, ed in particolare nel campo della TV Digitale Satellitare. Un contributo significativo è stato dato recentemente nella elaborazione della specifica DVB-CID (*Carrier Identification*) per l'identificazione della portante nei servizi satellitari, approvata dallo Steering Board del Consorzio DVB nella sua riunione del 28 febbraio u.s.. La specifica, supportata dall'IRG (*Satellite Interference Reduction Group*), una preminente organizzazione internazionale attiva nella riduzione delle interferenze in campo satellitare, verrà ora sottoposta all'ETSI per la sua standardizzazione formale. Le interferenze in radiofrequenza, provenienti da diverse fonti ma in particolare da portanti generate con apparecchiature guaste o da una incorretta configurazione del sistema trasmittente, hanno un impatto fortemente negativo sulla qualità del servizio che gli operatori satellitari offrono ai loro clienti. Il sistema di identificazione della postante consente agli operatori e agli utenti di identificare rapidamente le portanti interferenti e ed attivare un allarme, riducendo la durata di ogni intervento, migliorando la qualità del servizio e riducendo i costi operativi. Il sistema è ampiamente descritto nel primo articolo di questo numero.

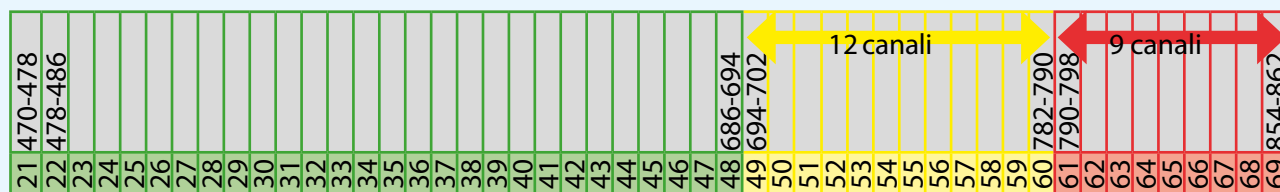
La nostra rivista si è più volte occupata negli anni scorsi della ripresa microfonica basata sulla teoria Ambiosonica; come i nostri lettori ricorderanno, il sistema di ripresa, totalmente innovativo, utilizza un'unica sonda a più capsule per realizzare un posizionamento simultaneo di vari punti di ripresa. Il sistema, battezzato VMS (*Virtual Microphone System*) è stato recentemente più volte utilizzato, con risultati giudicati ampiamente positivi, nella produzione radiofonica ed in particolare nella ripresa di opere liriche e di concerti sinfonici.

L'evoluzione tecnologica del sistema ha portato recentemente ad individuare nuove configurazioni atte ad ampliare la gamma di applicazioni. Alcune problematiche emerse durante le sperimentazioni, ad esempio l'esigenza di aumentare la direttività in determinate riprese televisive, sono discusse nell'articolo:"Evoluzione del VMS", in cui viene descritto un ulteriore studio di fattibilità basato su un sistema a 32 capsule disposte su una configurazione cilindrica anziché sferica.

Nota della Redazione sulla assegnazione della banda UHF

Uno dei risultati più rilevanti della Conferenza Mondiale delle Radiocomunicazioni (WRC-12), che si è svolta a Ginevra nel febbraio 2012, riguarda le prospettive di uso della cosiddetta Banda 700 MHz.

E' prevista una ulteriore contrazione della risorsa a disposizione del servizio televisivo, che si aggiunge a quella determinata dal primo *digital dividend* della banda degli 800 MHz (si veda figura) e fa sì che, in 8 anni (2007-2015) la piattaforma terrestre di radiodiffusione possa perdere fino al 43% delle frequenze utilizzate nella Banda UHF.

BANDA UHF (470 - 862 MHz)

La piattaforma televisiva terrestre conserva solo 28 canali nella banda UHF (pari a 224 MHz).
In questa porzione di spettrola Delibera AGCOM 300/10/CONS prevede solo 11 delle 21 reti nazionali in Banda UHF.
Le ulteriori 10 reti impegano canali tra il 49 e il 60 UHF.

Banda 700 MHz Digital Dividend 2 (WRC-12 con effetto dalla WRC-15). Tolti ulteriori 96 MHz alla piattaforma televisiva terrestre pari al 30% della Banda UHF residuale.

Banda 800 MHz Digital Dividend 1 (WRC-7). Tolti già 72 MHz alla piattaforma televisiva terrestre pari al 18% della Banda UHF.

DVB-CID
il nuovo standard DVB per l'identificazione della portante satellitare

Vittoria **Mignone** e Bruno **Sacco**

Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica

La lotta contro le interferenze satellitari, spesso causate da elementi non configurati correttamente o da apparati non funzionanti, è stata la motivazione scatenanante di una collaborazione senza precedenti fra i diversi gruppi industriali. Dopo anni di dibattito e di collaborazione tecnica in ambito industriale, finalmente questo obiettivo specifico ha portato a definire un unico standard per la definizione della portante. Nel gennaio 2013 il DVB Project ha annunciato uno standard unico: DVB-CID (Carrier IDentification). Questa è una notizia importante per gli operatori del settore grandi satelliti, i broadcaster ed i gruppi industriali che si sono mobilitati per realizzare una tecnologia applicabile estesamente e standardizzata.

Benché non sia una soluzione perfetta per risolvere tutte le cause di interferenza a radiofrequenza, ID Carrier permetterà agli operatori e agli utenti di identificare rapidamente i vettori interferenti. Il nuovo standard permetterà ID Carrier di essere virtualmente compatibile con tutti gli odierni vettori satellitari e di facile integrazione in tutti i modulatori satellitari.

1. Le Motivazioni

Le interferenze a radio frequenza (RFI) hanno un forte impatto sulla qualità del servizio offerto dagli operatori satellitari ai loro clienti. Tale impatto è maggiore nel caso di uso occasionale di trasmissioni via satellite e di collegamenti temporanei rispetto ai servizi DTH a tempo pieno, dove i proprietari e le posizioni degli *uplink* sono ben noti e identificati dai rispettivi dati DVB-SI. Mentre le RFI possono provenire da molte fonti, diversi operatori satellitari hanno confermato che una notevole quantità di interferenza proviene dalle cosiddette "portanti infestanti". Queste sono spesso causate da apparecchiature guaste o da un sistema configurato in modo improprio a causa di un errore umano.

Gli operatori satellitari dedicano una considerevole quantità di tempo e denaro agli sforzi per ridurre le interferenze. I costi comprendono:

- Il personale, i sistemi di monitoraggio e gli strumenti specializzati necessari per indagare RFI.
- La perdita di reddito dovuta alla capacità di canale sia bloccata dalla RFI, o dalla capacità di riserva necessaria a trasferire i servizi che sono interessate da RFI.
- Gli sconti per i clienti per la perdita del servizio a causa di RFI.

DVB-CID

Sono diverse le azioni intraprese da operatori, clienti, fornitori e gruppi industriali per affrontare le interferenze, tra cui: la formazione per gli installatori e operatori, la condivisione dei dati per migliorare i processi operativi e la promozione di nuove innovazioni come l'identificazione della portante (*ID Carrier*).

Tutte queste iniziative hanno un ruolo nel mitigare RFI: *ID Carrier*, attraverso la capacità di identificare rapidamente l'origine di una portante interferente, ridurrà la durata e l'impatto di RFI. Essa consentirà inoltre agli operatori di tenere sotto controllo in modo più efficace i servizi di transponder per operare facilmente una distinzione fra i clienti paganti e i pirati.

Accanto agli sforzi degli operatori satellitari per affrontare RFI, si è assistito all'assunzione di un ruolo attivo da parte delle principali emittenti per accelerare l'introduzione dei miglioramenti. Nel febbraio 2011 si è costituito un gruppo che comprende operatori nel campo dei media, produttori di apparati, gruppi industriali, operatori di sistemi satellitari e fornitori di servizi via satellite (RFI-EUI) per cooperare all'attuazione dello standard *ID Carrier*.

Già nel corso del Giochi Olimpici Estivi 2012 di Londra, tutti e tre i principali operatori satellitari (Eutelsat, Intelsat e SES) hanno utilizzato le tipologie proprietarie di sistemi di identificazione di trasporto offerte dai produttori che adottano soluzioni in cui l'*ID Carrier* viene generato dai codificatori, e risiede nel NIT, oppure dal modulatore.

Con l'obiettivo di sviluppare un sistema standard che introduca contromisure contro le cosiddette "portanti infestanti", nel marzo 2012 DVB ha assegnato al gruppo ad-hoc TM-S2 il compito di definire un sistema di trasmissione satellitare per *ID Carrier*, atto a consentire all'industria la produzione di apparecchiature interoperabili. Inoltre DVB garantirà un continuo sviluppo e miglioramento in modo standardizzato della tecnologia Carrier ID.

Nel dicembre 2012, Il progetto di standard DVB-CID è stato presentato al modulo tecnico di DVB ed è stato approvato. Presentato per l'approvazione da parte del modulo commerciale e del comitato direttivo, è stato da questi approvato, rispettivamente nel gennaio e febbraio 2013.

Acronimi e sigle	
AWGN	Additive White Gaussian Noise
BPSK	Binary Phase Shift Keying
BCH	Bose Ray-Chaudhuri Hocquenghem
CRC	Cyclic Redundancy Check
DTH	Direct To Home
DVB - CID - DSNG - S -S2 - SI	Digital Video Broadcasting (www.dvb.org) - Carrier IDentification - Digital Satellite News Gathering - Satellite - Satellite, 2a generazione - Service Information
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (www.ieee.org)
ETSI	European Telecommunications Standards Institute (www.etsi.org)
FEC	Forward Error Correction
GUI	Global Unique Identifier
MAC	Media Access Control
NIT	Network Information Table
PSD	Poer Signal Density
RFI - EUI	Radio Frequency Interference - End User Initiative (www.rfi-eui.org)
SDA	Data Association Spazio
sIRG	satellite Interference Reduction Group (www.suirg.org)
SNIR	Signal to Noise and Interference Ratio
VSAT	Very Small Aperture Terminal

Lo standard è pubblicato come un libro blu DVB [1]. E' stato avviato il procedimento ETSI per definire DVB-CID come standard ETSI TS 103 129.

2. I Requisiti Commerciali

ID Carrier ha lo scopo di consentire agli operatori e agli utenti di identificare rapidamente portanti interferenti e offrire una risposta alle RFI, riducendo la durata di ogni evento, migliorando la qualità del servizio e riducendo i costi operativi. Inoltre, a più lungo termine, ridurre il numero di eventi di RFI e liberare la banda attualmente in uso per ovviare agli episodi di RFI in corso o prevedibili.

I Requisiti Commerciali sviluppati dal Modulo Commerciale del DVB dichiarano che "non ci si attende che *ID Carrier* sia una soluzione perfetta per risolvere tutti le RFI, ma sarà una tecnologia chiave nel contribuire alla rapida identificazione delle RFI e di ridurre il loro impatto negativo per gli operatori, i clienti, e l'industria satellitare nel suo complesso".

il maggior beneficio nella adozione dell'*ID Carrier* si realizza principalmente nel caso di uso occasionale di *uplink* satellitari, poiché il rischio di errore umano può causare l'accesso in modo improprio ad un satellite. Ma anche nel caso di *uplink* satellitari a tempo pieno si possono verificare interferenze, anche se questo è generalmente un evento raro, a causa di apparecchiature guaste.

ID Carrier sarà un aiuto importante per gli operatori satellitari nell'ambito del Piano di Transponder Automatizzati e Monitoraggio Carrier. Gli operatori satellitari spesso adottano il monitoraggio automatizzato delle portanti, ma, grazie alle informazioni aggiuntive di un ID, si realizza un legame esplicito tra la portante e un database di trasmissione di *uplinker*, *broadcaster* ed utenti.

Il contenuto minimo richiesto per il *ID Carrier* è un codice univoco (ad esempio l'indirizzo MAC del dispositivo). Possono eventualmente essere trasmesse ulteriori informazioni, quali il nome dell'operatore dell'*uplink*, il numero di telefono da contattare, ecc, al fine di semplificare e accelerare le procedure per bloccare la causa dell'interferenza.

Gli identificatori possono essere confrontati con le informazioni contenute in un database più aderente alla situazione reale dei proprietari delle portanti e sulle informazioni relative agli apparati e assicurare che i piani di assegnazione Transponder/ Frequenze siano corretti.

Questo tipo di sistema permette di individuare immediatamente quale sia l'Operatore Satellitare responsabile per la risoluzione dell'interferenza e di attivare un allarme e di contattare tutte le parti interessate, assicurando così una rapida soluzione del problema. Ad esempio, i Requisiti Commerciali indicano 1 minuto come tempo per la decodifica del l'*ID Carrier* durante le operazioni di allineamento e 15 minuti durante l'analisi delle interferenze. Gli operatori satellitari saranno in grado di decodificare gli *ID Carrier* a partire dalle portanti ricevute utilizzando gli apparati di monitoraggio e decodifica.

Si prevede che esisterà un database comune (l'agenzia che la gestirà e in quale luogo sono ancora da definire), accessibile da tutti gli operatori satellitari ed eventualmente da altri soggetti autorizzati, che conterrà, come minimo, tutti i codici *ID Carrier* e il nome dell'operatore satellitare il cui satellite ha assegnato le rispettive specifiche portanti. Inizialmente sarà sviluppato dal Gruppo per la Riduzione delle Interferenze da satellite (sIRG), che ha sostenuto con forza lo sviluppo della norma, potrebbe infine migrare alla Associazione Dati Spazio (SDA) per l'Integrazione degli operatori satellitari, la visibilità globale e la sicurezza.

Tuttavia, può essere necessario proteggere l'identità e l'ubicazione dei terminali trasmittenti. Tipicamente questo è il caso di applicazioni militari: *ID Carrier* potrebbe essere utilizzato anche per questa applicazione poiché l'ID univoco è solo necessario a condurre ad un operatore satellitare e tale operatore può usare la sua normale interfaccia cliente per risolvere i problemi relativi al servizio. Inoltre, deve essere possibile disattivare l'*ID Carrier* generato da un apparato mediante software o hardware.

Il segnale *ID Carrier* è virtualmente compatibile con tutte le portanti utilizzate oggi dai satelliti (da considerare sconosciute in termini di forma d'onda e di sincronizzazione), e facile da inserire in tutti i modulatori per satellite, dovrà essere trasmesso entro la larghezza di banda della portante modulata, dovrà essere più robusto del carico utile e avere un effetto minimo sulla qualità della portante e sul margine del collegamento.

L'*ID Carrier* non è richiesto per i trasmettitori che sono completamente controllati da un sistema di gestione di rete basata su *hub*, dal momento che per questi l'interferente potrebbe essere identificato in maniera affidabile mediante mezzi diversi da un segnale *ID Carrier* esplicito. Questo è, per esempio, il caso per le apparecchiature VSAT a basso costo, per il quale l'inclusione di un segnale *ID Carrier* potrebbe essere critico.

DVB-CID

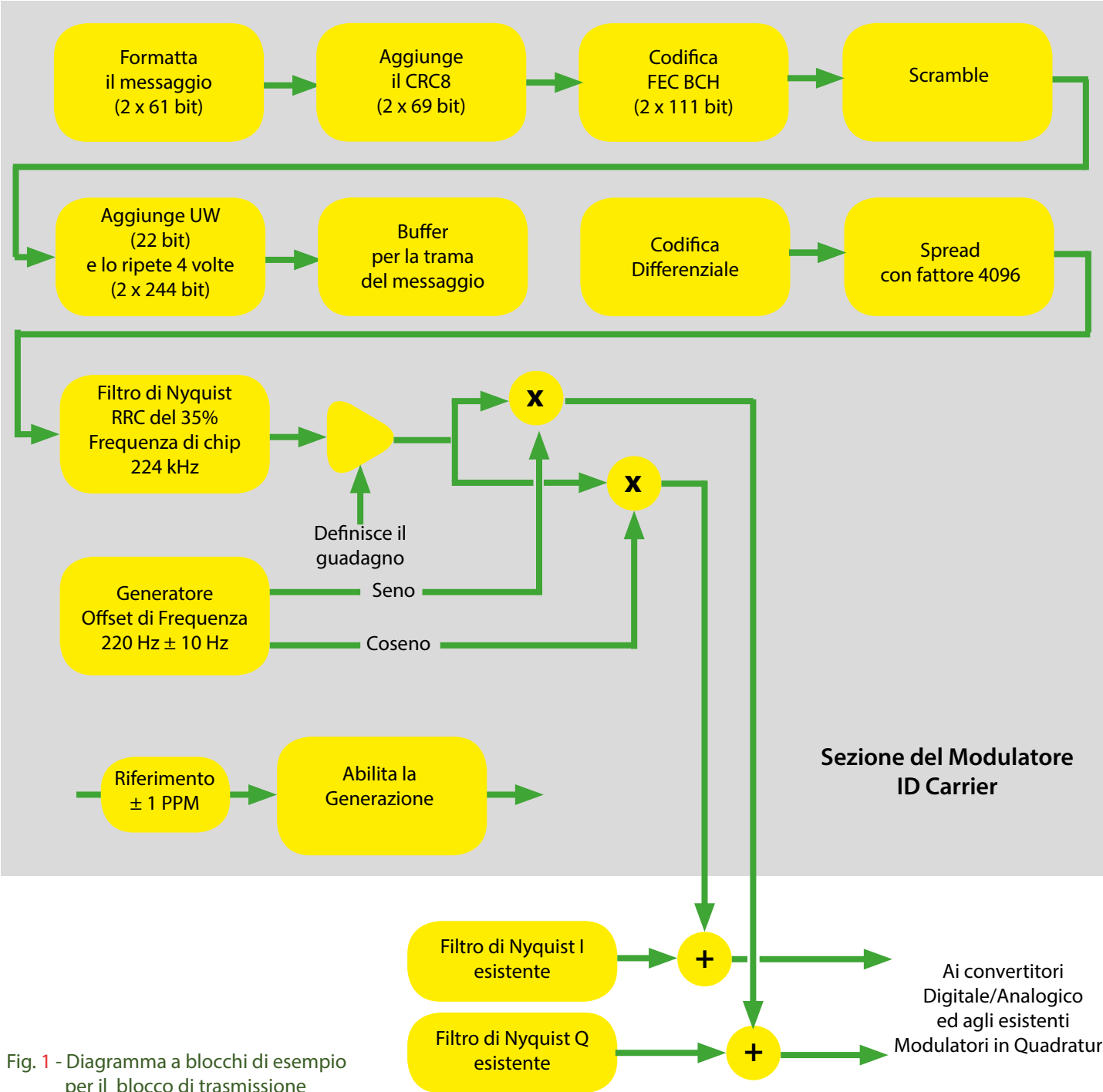



Fig. 1 - Diagramma a blocchi di esempio per il blocco di trasmissione dell'ID Carrier

3. La Soluzione Tecnica

La figura 1 fornisce una rappresentazione schematica del sistema di trasmissione *ID Carrier*. Il sistema è stato ottimizzato per le applicazioni satellitari, inclusi DVB-S, DVB-DSNG e DVB-S2, ma può essere applicato a qualsiasi trasmissione continua via satellite.

Il sistema deve essere usato quando nessun altro mezzo adeguato ad identificare il trasmettitore è disponibile; tali mezzi includono, ma non sono limitati, impianti di telecontrollo in grado di accendere e spegnere il trasmettitore.

Per consentire che il segnale *ID Carrier* sia compatibile con qualsiasi portante trasmessa oggi via satellite, il sistema utilizza la modulazione BPSK a *spread spectrum*, la codifica differenziale, lo *scrambling*, ed una strategia di protezione dagli errori con concatenazione basata sulla ripetizione, su CRC e codici BCH. Ciò rende il sistema *ID Carrier* molto robusto, consentendo nella maggior parte dei casi pratici, di identificare l'interferente senza richiedere lo spegnimento del segnale utile, esigenza tipica dei sistemi di radiodiffusione. Allo stesso tempo, l'impatto sulla quantità di dati ospitati dalla portante per questa funzione viene mantenuta ad un livello trascurabile.

I dettagli relativi allo standard sono riportati nel seguito.

3.1 Contenuto del messaggio e formato del pacchetto

Le informazioni che identificano la portante ospite contengono obbligatoriamente l'Identificatore Univoco Globale (GUI) DVB CID, fissato dal costruttore del dispositivo, non modificabile da parte dell'utente, e il codice di revisione del formato CID (*Content ID* 0), per consentire future revisioni del formato CID. In aggiunta può contenere altre informazioni configurabili dall'utente, identificate da diversi campi ID Content.

Il GUI DVB CID è costituito da 64 bit, è basato sull'identificatore univoco esteso definito dall'IEEE (EUI-64), e viene trasmesso suddiviso in due parti da 32 bit. Esso può essere ottenuto a partire da un indirizzo MAC a 48 bit o da un identificatore di modulatore SDA a 48 bit.

La tabella 1 elenca il possibile contenuto (*Content ID*) del campo Informazioni portato da CI . Il codice di revisione del formato CID (*Content ID* 0) è obbligatorio; altre informazioni sono facoltative, configurabili e modificabili da parte dell'utente. Comprendono informazioni quali il nome dell'operatore dell'*uplink*, il numero di telefono da contattare, ecc, per aiutare nella identificazione della RFI. Il *Content ID* è trasmesso in modo sequenziale ripetitivo (a partire dal valore più basso di *Content ID* e finendo con il valore più alto di *Content ID*) per tutti i campi *Content ID* che contengono dati.

Il formato del pacchetto è definito per consentire una rapida identificazione della RFI (figura 2): ogni pacchetto inizia con una Parola Univoca (una sequenza di bit utilizzata solo per tale scopo) di 22 bit, per consentire una rapida sincronizzazione di pacchetto, successivamente tale identificatore univoco viene ripetuto ad ogni trama, diviso in due parti, parte alta e parte bassa, seguiti rispettivamente dall'indicatore di tipo di *Content ID* e dai dati. CRC e FEC di protezione vengono quindi applicati sulle due parti, in modo indipendente. Il CRC è un codice sistematico a 8 bit e il FEC è un BCH(127, 85) sistematico in grado di correggere fino a 6, accorciato di 16 bit a (111, 69). Nel complesso, ogni pacchetto è composto da 244 bit, tra cui 122 bit di informazione relativa all'*ID Carrier*.

Content ID	
Valore	**Informazione contenuta nel campo**
0	Formato del Carrier ID
1	Latitudine
2	Longitudine
3 - 5	Telefono
6 - 12	Dati dell'Utente
13 - 31	Non definiti

Tabella 1

Tutti i bit in un pacchetto CID, tranne i bit della Parola Univoca, sono oggetto di *scambling*. Poi i bit della Parola Univoca e quelli relativi ai dati CID dopo lo *scambling* sono ripetuti 4 volte e codificati in modo differenziale. La decodifica differenziale coerente è un metodo ben noto per rendere robusta la comunicazione nel caso di bassa velocità di trasmissione. Il ricevitore quindi si affida solo sulla coerenza del segnale *ID Carrier* da un simbolo a quello successivo, non sul fatto che sia mantenuta la coerenza per tutta la durata del messaggio codificato completo. Inoltre, l'integrazione nel ricevitore del differenziale rivelatore *soft output* fino al massimo di 4 repliche

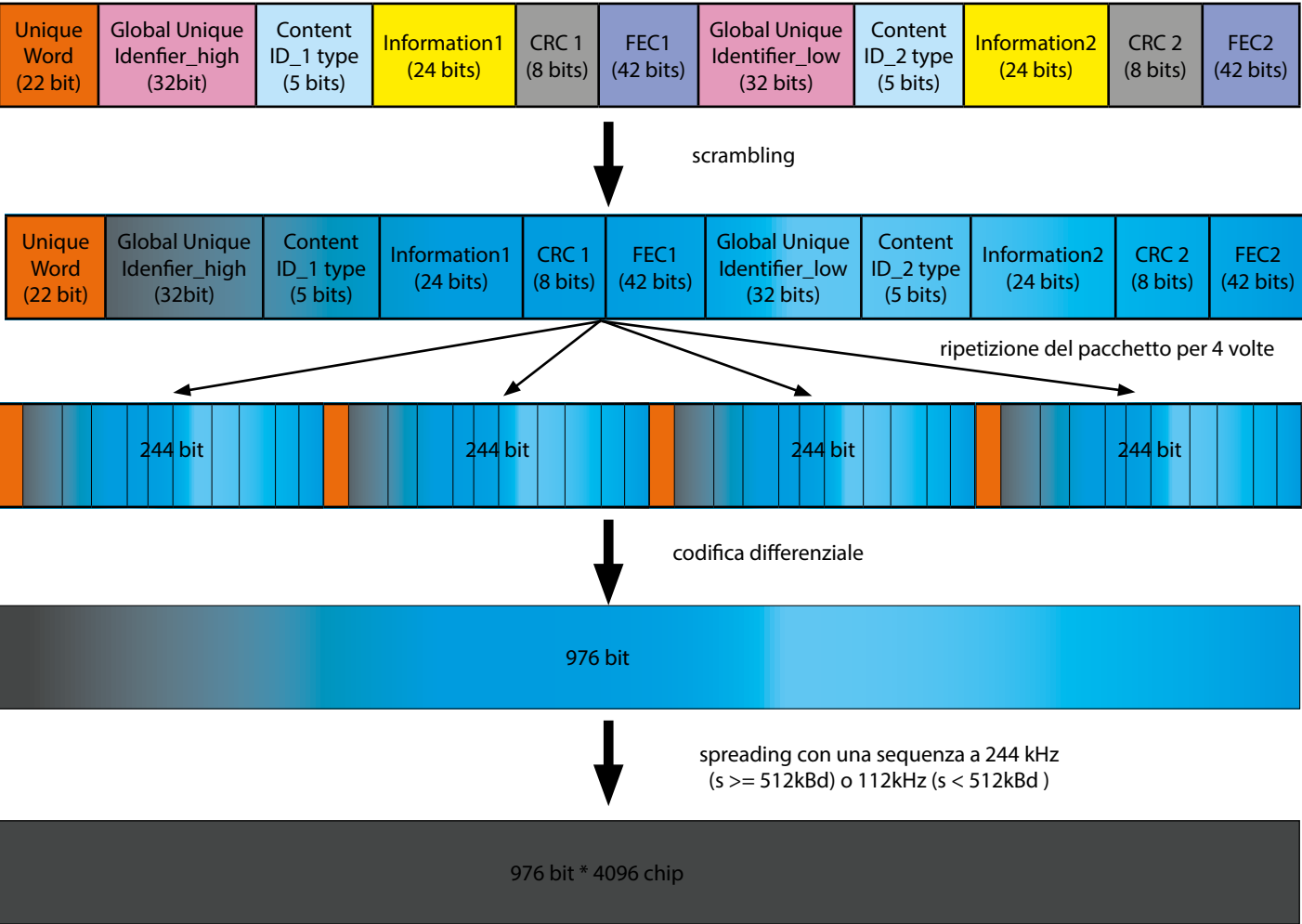



Fig. 2 - Schema della trama CID

consente di migliorare le prestazioni del sistema, fino a 6 dB. Alternativamente, il margine disponibile può essere utilizzato dai progettisti del ricevitore per algoritmi di complessità ridotta che realizzino il rilevamento automatico piuttosto che una massiva ricezione in parallelo.

3.2 Modulazione della Portante

Il formato di modulazione è basato sulla sovrapposizione di una portante CID con *spread spectrum* alla portante modulata dai dati ospiti (figura 3). Due valori fissi sono proposti per il *chip rate* della portante CID, 112 e 224 Kbit / s, a seconda del *symbol rate* relativo alla portante dati, al fine di semplificare le operazioni di acquisizione / rivelazione. Il rapporto di *chipping* (*spreading*) è di 4096 chip / bit a tutti i valori di *symbol rate* supportati. Il tempo per riceverele 4 repliche del pacchetto CID è quindi 36 e 18 secondi, rispettivamente per 112 e 224 Kbit/s di velocità di chip, in modo pienamente conforme ai requisiti commerciali.

Per permettere una degradazione trascurabile delle prestazioni della portante dati (tipicamente inferiore a 0,1 dB), al vettore CID viene assegnato un livello di densità di potenza di spettro ben al di sotto del livello della portante dati: la tabella 2 mostra la densità spettrale di potenza del segnale DVB CID relativo al densità spettrale di potenza del centro del vettore ospite, in funzione del *symbol rate* della portante ospite.

DVB-CID

Insieme a modulazione *Spread Spectrum*, il sistema utilizza BPSK e un filtro a coseno rialzato con radice quadrata, con fattore di *roll-off* 0,35.

4 Prestazioni del CID

Le prestazioni CID sono da considerarsi in una prospettiva duplice: la rilevabilità del vettore CID dell'interferente e la degradazione del vettore ospitante dovuta al vettore CID, i due aspetti essendo strettamente correlati e contrastanti.

Nel seguito verranno valutati per alcuni casi tipici, mostrando la prova del fatto che lo standard cerca di bilanciare i due effetti, introducendo la minima interferenza possibile sulla portante ospite che permetta di rilevare la corrispondente CID, secondo quanto indicato dai Requisiti Commerciali.

Livelli relativi PSD per il segnale DVB CID

Gamma del velocità di simbolo per la portante ospite [s]	Livello PSD del segnale DVB CID relativo al centro PSD della portante ospite
128kBd≤s<256kBd	-27.5
512kBd≤s<1024kBd	-27.5
1024kBd≤s<2048kBd	-27.5
2048kBd≤s<4096kBd	-24.5
4096kBd≤s<8192kBd	-21.5
8192Bd≤s<16384kBd	-18.5
16384kBd≤s	-17.5

Tabella 2

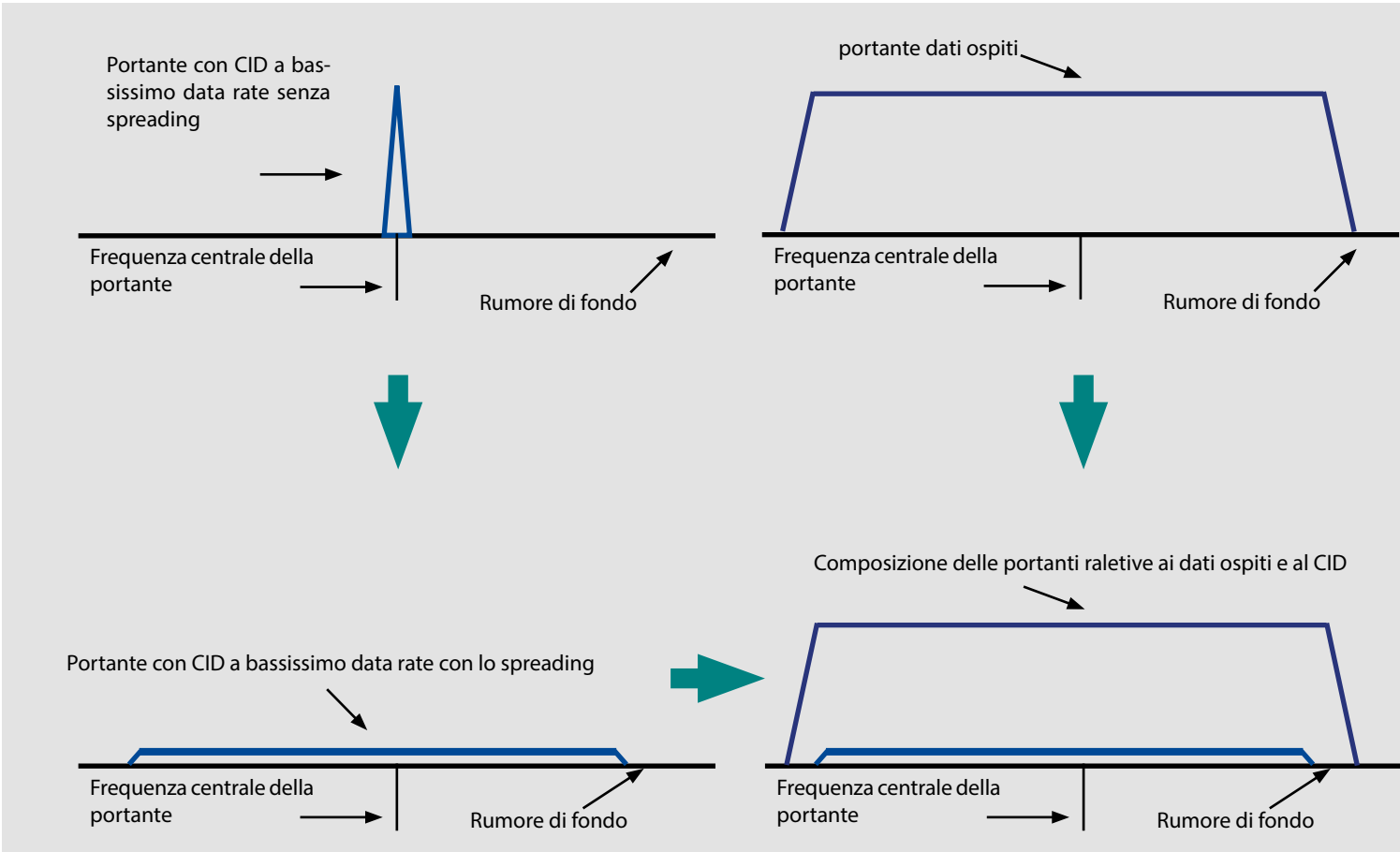



Fig. 3 - Sovrapposizione della portante CID con Spread Spectrum alla portante dati ospiti

DVB-CID

Nel seguito della sezione, A indica il segnale interferente individuato dal CID e B il segnale interferito, R_X [ksps] il *symbol rate* del segnale X, $SNIR_X$ [dB] la soglia E_s / (N_o + I_o) per la codifica e lo schema di modulazione utilizzato dal segnale X (in assenza di un segnale Carrier ID disturbante), R_{chip} [ksps] il *chip rate* del segnale CID che identifica A, PSD_{CID} [dB] il livello di densità di potenza del segnale CID relativa alla densità di potenza di A, SF il fattore di *spreading* per il segnale CID, $C^*_{0,B}$[W / Hz] e N^*_0 [W / Hz] rispettivamente la densità spettrale di potenza del segnale B e la densità spettrale di potenza del rumore alla E / S dove il CID è decodificato.

4.1 Budget delle Prestazioni del Carrier ID

I risultati delle simulazioni effettuate durante la definizione di sistema indicano che, in presenza del canale AWGN ideale, il $SNIR_{CID}$ necessario per ottenere un BER di 10^{-6} è dell'ordine di -2 dB. Tenendo conto di un ulteriore 1 dB per il rumore di fase, la tabella 3 mostra il margine disponibile per il collegamento, come funzione della PSD_{CID}, in assenza del segnale utile B. Il margine per il collegamento è generalmente molto elevato e consente di evitare di spegnere il segnale desiderato B, mentre si sta identificando l'interferente A,; in alternativa, il processo di demodulazione del CID potrebbe essere reso più veloce.

4.2 Degradamento della portante ospite

L'introduzione del segnale CID ha due effetti che causano degradamento sul segnale ospite:

1. Per mantenere fissa la potenza di trasmissione, la potenza della portante del segnale A deve essere diminuita della potenza di segnale CID.
2. La potenza del segnale CID funge da interferente al segnale della portante A.

Si può dimostrare che il degradamento dovuto al primo effetto è di un ordine di grandezza inferiore a quello dovuto al secondo effetto, quindi il primo effetto può in genere essere ignorato.

Il secondo effetto è il degradamento Deg_A [dB] al ricevitore dopo che è stata aggiunta la portante CID è stata aggiunta e può essere calcolato mediante la seguente formula:

$$Deg_A\,[dB] = 10\log_{10}\left[1 + 10^{\frac{SNIR_A + PSD_{CID} + 10\log_{10}(R_C/R_A)}{10}}\right]$$

Pertanto i fattori che causano elevato degrado nel servizio A sono:

- alto livello del segnale CID
- alto $SNIR_A$ operativo per segnale A
- basso *symbol rate* R_A del segnale principale rispetto al *chip rate* del CID R_C

Come esempio, per un dato collegamento con il *symbol rate* R_A pari a 256 kBaud e con di $SNIR_A$ complessivo di, ad esempio, 19 dB, un Carrier ID (CID) è sommato ad un livello di densità spettrale di potenza a -27,5dB rispetto alla potenza del segnale e con un *chip rate* RC di 112 kHz, il conseguente degrado Deg_A è 0,26 dB.

Il destinatario vedrà la portante CID come un ulteriore contributo interferente e il $SNIR_{A+CID}$ complessivo del collegamento si riduce di Deg_A. L'operatore del collegamento può disporre dei mezzi per compensare il degradamento con piccole variazioni dei parametri del collegamento quali, ad esempio, la potenza di *uplink*. In questo caso il $SNIR_A$ complessivo deve essere modificato per tener conto del contributo interferente aggiuntivo della portante ID al budget complessivo del collegamento.

Margine per il collegamento					
SNR_{CID} richiesto [dB]	-1,0				
PSD_{CID} [dB] relativo	-27,5	-24,5	-21,5	-18,5	-17,5
SNR_{CID} [dB] relativo	8,6	11,6	14,6	17,6	18,6
Margine per il collegamento	9,7	12,7	15,7	18,7	19,7

Tabella 3

Per garantire le prestazioni SNIR per il sistema A, in presenza della portante CID sovrapposta, l'iniziale $SNIR_A$ deve essere adattato, per tener conto del contributo CID, mediante il fattore di compensazione aggiuntivo Δ_{CID}:

$$\Delta_{CID}\,[dB] = -10\log_{10}\left[1 - 10^{\frac{SNIR_A + PSD_{CID} + 10\log_{10}(R_C/R_A)}{10}}\right]$$

Ciò consente di garantire che il valore finale $SNIR_{A+CID}$ del sistema di rispetti le prestazioni richieste.

Nell'esempio precedente, la compensazione richiesta al trasmettitore Δ_{CID} è 0,28 per consentire un *link budget* complessivo alla ricezione $SNIR_{A+CID}$ di pari a 19,0 dB, e la $SNIR_A$ compensato è quindi 19,28 dB.

La tabella 4 mostra l'impatto sul *link budget* della portante ospite dovuta alla portante CID: il valore massimo di Δ_{CID} è circa 0,5 dB, per i servizi a bassissimo *bit rate*, che richiedono elevata SNIR operativa. Per valori tipici di *symbol rate*, è inferiore a 0,1 dB.

Incremento dei requisiti per il rapporto Segnale Rumore dovuto al CID			
Symbol rate per la portante ospite [kBaud]	PSD del CID relativo alla portante [dB]	SNIRA [dB]	
		13	19
128	-27,5	0,14	0,57
256	-27,5	0,14	0,57
512	-27,5	0,07	0,28
1024	-27,5	0,03	0,14
2048	-24,5	0,03	0,14
4096	-21,5	0,03	0,14
8192	-18,5	0,03	0,14
16384	-17,5	0,02	0,08

Tabella 4

Bibliografia

1. DVB BlueBook A164: "Framing structure, channel coding and modulation of a carrier identification system (DVB-CID) for satellite transmission". www.dvb.org/technology/standards/a164_DVB-CID_Carrier-ID_spec.pdf

Precedenti articoli sulla trasmissione e diffusione via satellite, in particolare DVB-S, DVB-DSNG e DVB-S2, sono inclusi in una della tre raccolte de LeMiniSerie dedicate agli standard DVB.

Evoluzione del VMS

Virtual Microphone System

Leonardo **Scopece,**
Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica

1. Virtual Microphone System

Nel settembre 2011 è stata pubblicata una raccolta di sei articoli nell'ambito dell'iniziativa LeMIniSerie [1] relativa alle sperimentazioni e realizzazioni di nuovi sistemi di ripresa sonora, basati sulle tecniche olofonica e ambisonica.

In particolare tre articoli, pubblicati nel 2010 e 2011, sono dedicati ad un sistema basato sulla teoria Ambisonic (HOA) che utilizza una sonda a più capsule per realizzare la ripresa multimicrofonica e consente di posizionare più punti di ripresa sul piano azimutale e mediano (fino a 7 microfoni virtuali).

Tale sistema è il risultato delle attività di ricerca e sviluppo svolte in stretta collaborazione dal Centro Ricerche e dalla società AIDA, in particolare con il prof. Angelo Farina e l'ing. Andrea Capra del Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Parma. Il sistema è oggetto di brevetto [2].

Il sistema, "battezzato" VMS, è stato utilizzato nella filiera produttiva di Rai e di Radio Vaticana per riprese di opere liriche, di orchestre sinfoniche, cori...

I risultati ottenuti sono stati giudicati molto positivi.

Il sistema VMS (Virtual Microphone System), basato sulla teoria Ambisonic, è stato realizzato e brevettato dal Centro Ricerche e dall'Università di Parma per consentire, utilizzando una sola sonda, la ripresa multimicrofonica, grazie alla sintesi di più microfoni virtuali. La prima realizzazione, basata su una schiera di 32 capsule microfoniche posizionate su una sonda sferica, è stata ampiamente utilizzata a partire dal 2010, con risultati molto positivi. Successivamente sono stati realizzati prototipi basati su sonde caratterizzate da una geometria differente, ma che sfruttano analoga interfaccia utente e consentono la sintesi dello stesso numero di microfoni virtuali. Tali configurazioni sono indirizzate ad obiettivi specifici. Una configurazione basata su una schiera planare è particolarmente adatta alla ripresa in studi televisivi o teatri, al fine di evitare l'adozione di microfoni individuali a collarino. L'ultima configurazione considerata è di tipo cilindrico, che si ritiene particolarmente adatta alla ripresa musicale, nel caso di strumenti vicini tra loro, perché consente una maggiore direttività rispetto alla configurazione sferica, e quindi una ripresa più dettagliata. I prototipi basati su schiera con disposizione planare e cilindrica saranno prossimamente oggetto di valutazione sia in camera anecoica, sia in condizioni operative reali.

2. Array sferico

La realizzazione fino ad ora impiegata è stata denominata 3D-VMS ed è basata su una sonda sferica di circa 8,5 cm di diametro, su cui sono posizionate 32 capsule microfoniche (figura 1).

I 32 segnali acquisiti e trasferiti grazie all'interfaccia proprietaria EMIB, vengono analizzati e sintetizzati dal sistema brevettato.

Il sistema VMS permette di posizionare ognuno dei microfoni virtuali sulla scena ripresa, rappresentata sul monitor dell'operatore mediante la riproduzione di una fotografia o di una ripresa video.

Il sistema ha caratteristiche innovative poiché, oltre a facilitare il posizionamento dei microfoni virtuali, consente di definirne lo zoom, la direttività, fino all'ordine 6 Ambisonic: le due operazioni, posizione nello spazio e direttività, sono possibili in tempo reale e senza soluzione di continuità.

Oltre alla possibilità di operare sui parametri precedentemente indicati durante la ripresa, i singoli 32 segnali "grezzi" possono essere registrati ed è quindi possibile, in post-produzione, rielaborarli sviluppando altre scene sonore ex novo.

Fig. 1 - Sonda microfonica sferica Eigenmike.

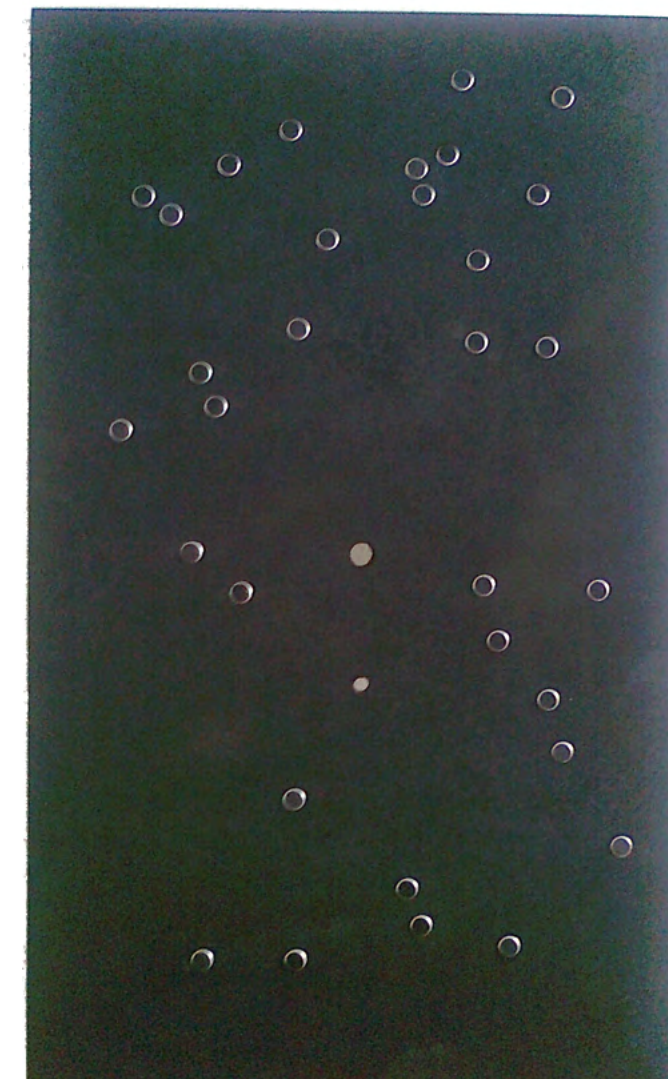



Fig. 2 - Schiera planare di capsule microfoniche.

3. Array planare

Pur continuando a curare il miglioramento dell'applicazione 3D-VMS, dal punto di vista dell'ambiente informatico, hardware e interfaccia utente, l'evoluzione del sistema VMS ha portato ad individuare configurazioni atte ad ampliare la gamma di applicazioni.

Il 3D-VMS, grazie alla sonda sferica, è particolarmente adatto a riprodurre la spazialità della scena sonora e alla sua codifica nel formato 5.1.

In molti casi, ad esempio nelle riprese in studi televisivi o teatri, è importante aumentare la direttività dei microfoni virtuali, al fine di evitare l'uso di

radiomicrofoni a "collarino" indossati dagli attori, causa di numerosi problemi tecnici, quali scrosci e spegnimento per batteria scarica, oltre al possibile falsamento del timbro sonoro.

E' stato quindi sviluppato un modello microfonico basato su una schiera di capsule disposte su un piano, attualmente denominato 2D-VMS, o *Array* Planare, o Quadro Microfonico (figura 2).

Il dispositivo di ripresa consiste in un pannello, la dimensione è stata ottimizzata ed è pari a 30 x 50 cm, su cui sono disposte 32 capsule microfoniche e una telecamera al centro del pannello.

La disposizione delle capsule (figura 3), apparentemente pseudo-casuale, è stata ottimizzata mediante modellizzazione software al fine di ottenere il minimo effetto aliasing spaziale e il miglior rapporto "segnale-rumore".

Cioè, il rapporto tra il massimo quando la schiera è focalizzata nella direzione di esatta incidenza dell'onda e valori prossimi a zero quando la schiera è focalizzata in tutte le altre direzioni (figura 4).

La configurazione planare della schiera non consente di indirizzare nessun microfono virtuale in direzione posteriore, per ottenere l'effetto surround. Per contro, tale configurazione semplifica la focalizzazione verso una direzione frontale e aumenta così la direttività dei microfoni virtuali. Infatti si passa da ordine 6 Ambisonic, ottenibile con la configurazione sferica, a ordine 10, aumentando così la capacità di "zoom microfonico".

Il Quadro Microfonico è attualmente allo stadio prototipale, pronto ad essere valutato in camera anecoica, al fine di confermare o raffinare i risultati delle ottimizzazioni mediante software. Successivamente sarà collaudato in campo, per applicazioni radiotelevisive quali riprese sonore in studi televisivi o posizionato nella "buca" per musicisti in teatri d'opera.

Acronimi e sigle	
AIDA	Advanced Industrial Design in Acoustic
EMIB	Eigenmike® Microphone Interface Box
HOA	High Order Ambisonic
IP	Internet Protocol
VMS	Virtual Microphone System

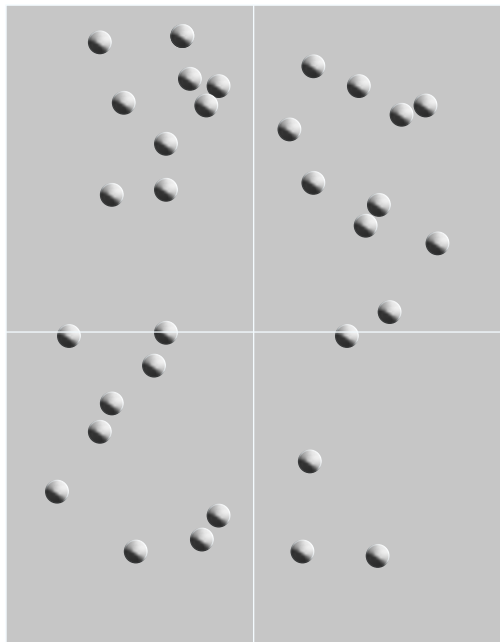



Fig. 3 - Un esempio di disposizione pseudo-casuale ottimizzata delle capsule microfoniche per la schiera planare.

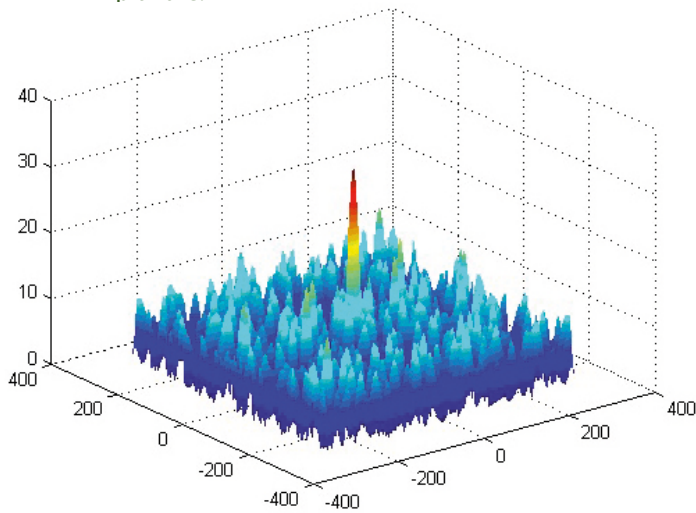



Fig. 4 - *Array pattern* per la valutazione del rapporto segnale-rumore.

4. Array Cilindrico

Un ulteriore studio di fattibilità, basato sul sistema VMS a 32 capsule microfoniche, ha una configurazione cilindrica.

Il prototipo di sonda microfonica, alta circa 30 cm, è ancora in fase di rifinitura e collaudo (figura 5a). L'obiettivo è la realizzazione della sintesi di microfoni virtuali a direttività variabile (zoom microfonico) che focalizzino sul piano orizzontale a 360° e permettano un'escursione in elevazione di circa 90° intorno l'asse centrale.

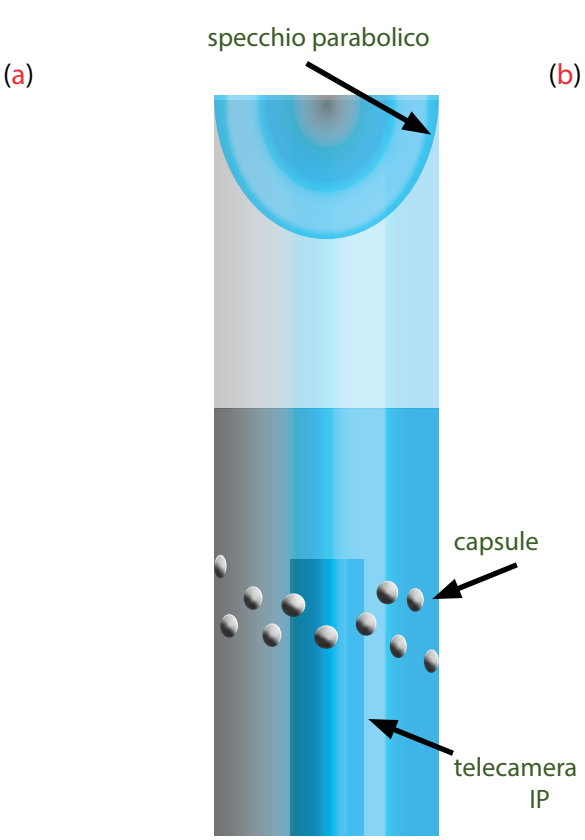
Rispetto alle sonde precedententemente descritte, questa configurazione dovrebbe consentire un maggior dettaglio in orizzontale ed un minor dettaglio in verticale, ossia un diagramma di ripresa non più circolare ma ellittico, con rapporto asse orizzontale/asse verticale di circa 1/3.

Anche in questo caso, la disposizione ottimizzata dei 32 microfoni sulla superficie del cilindro lungo traiettorie non simmetriche (figura 5b) massimizza il rapporto segnale/rumore.

Questo modello di schiera dovrebbe consentire la ripresa di strumenti ravvicinati tra loro in modo più accurato e selettivo e con un ordine Ambisonic pari a 10.

Fig. 5 - Esempio di schiera di capsule microfoniche (a) e schema della disposizione pseudo-casuale sulla superficie (b).

(a)

(b)

Anche in questo caso è presente una telecamera IP, a cui si aggiunge uno specchio parabolico posto in cima al cilindro che permette la ripresa di un'immagine a 360° con elevazione di circa 70°. L'immagine video che si ricava è circolare (figura 6a).

Poiché tale immagine non è direttamente utilizzabile per il posizionamento dei microfoni virtuali, essa viene elaborata (*unwrapping*), resa bidimensionale e quindi utilizzabile (figura 6b).

(a)

Fig. 6 - Immagine dalla telecamera IP prima (a) e dopo (b) l'elaborazione di *unwrapping*.

(b)

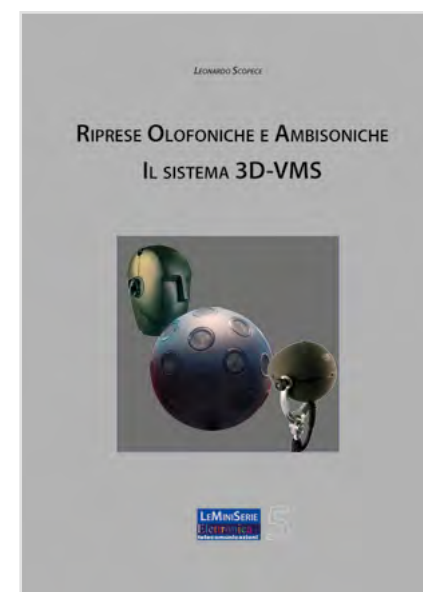
Bibliografia

1. *L. Scopece*: "Riprese Olofoniche e Ambisoniche - Il sistema 3D-VMS", LeMiniSerie 5, www.crit.rai.it/eletel/LeMiniSerie/indice.html.
2. *A. Farina*, *L.Scopece*: "Metodo per acquisire segnali audio e relativo sistema di acquisizione audio", brevetto IT 1395894 depositato 18/9/2009.

LeMiniSerie

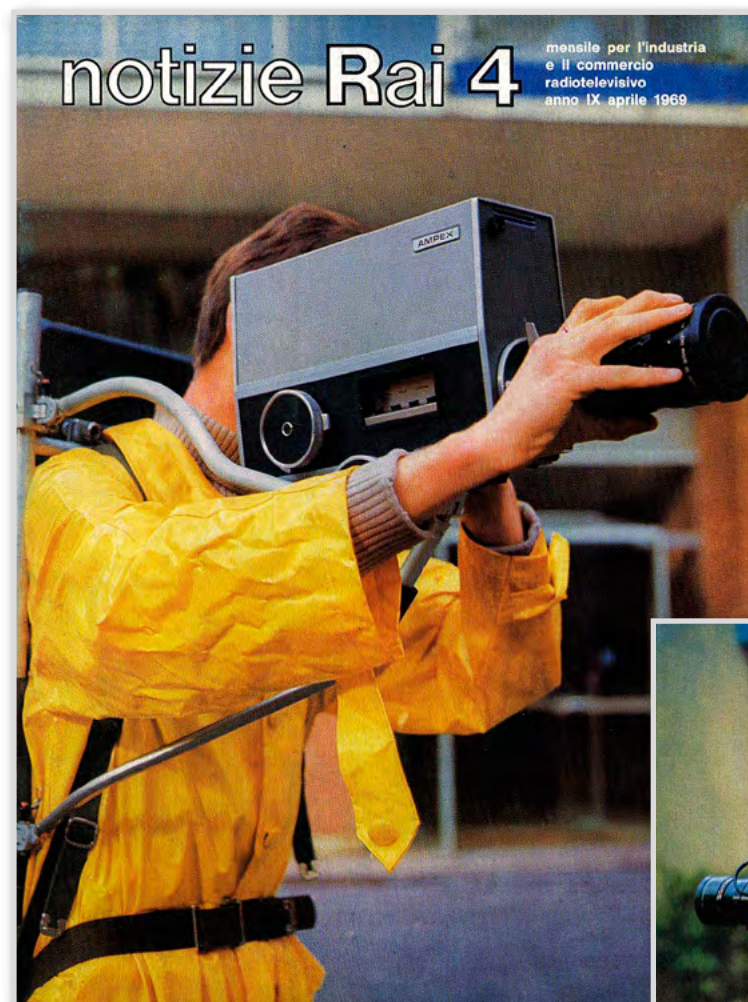
Elettronica e telecomunicazioni

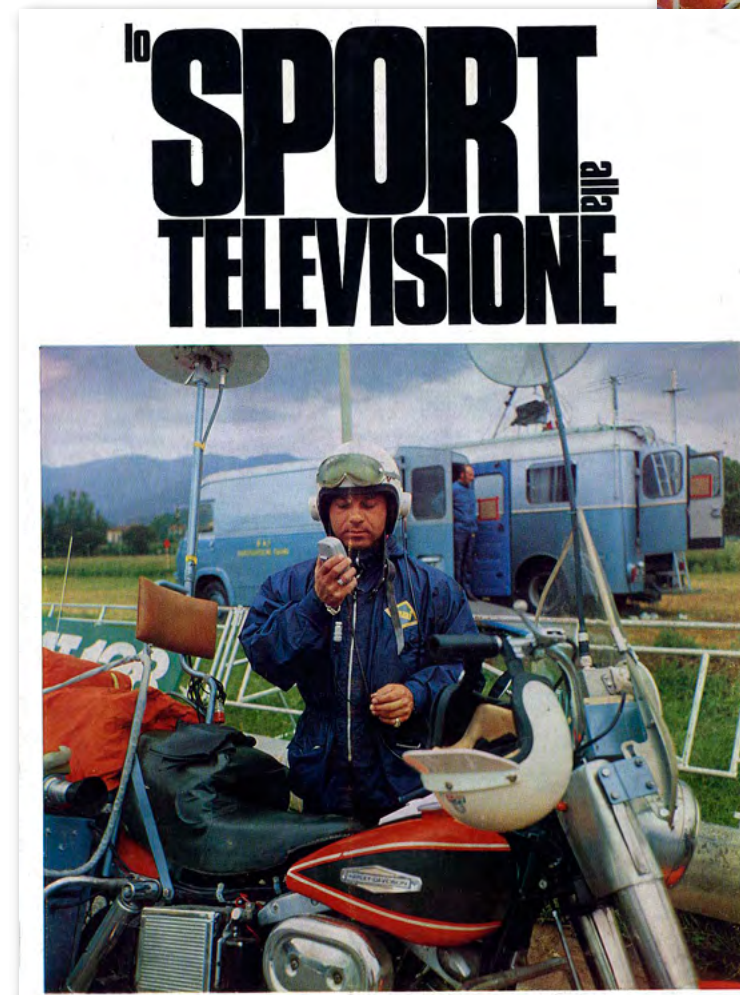
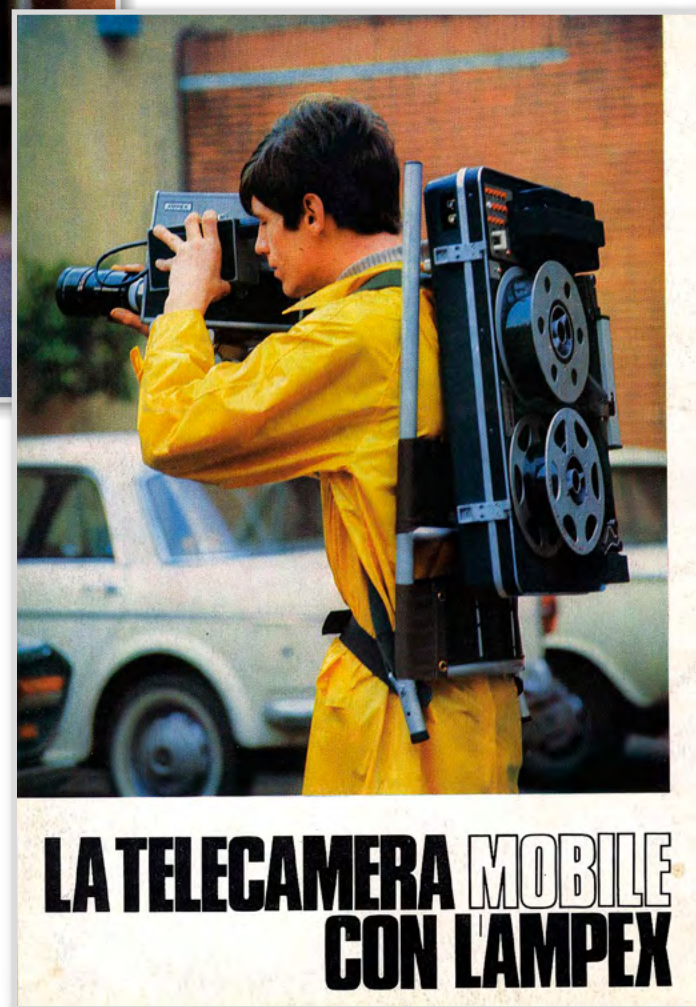
Precedenti articoli sulle tecniche ed i sistemi di ripresa e produzione multimicrofonica basati sulle teoria Olofonica e Ambisonic costituiscono una delle raccolta de LeMiniSerie.

La raccolta, comprendente articoli pubblicati dall'agosto 2007 all'agosto 2011, illustra le attività condotte presso il Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica della Rai per approfondire le basi teoriche dei due sistemi, ma soprattutto per sperimentarle in una ampia gamma di condizioni di ripresa.

Elettronica 60 +

Nei tre numeri del 2012 sono state pubblicate le copertine dal periodico *Elettronica e Telecomunicazioni* nei suoi 60 anni di vita.

Molti lettori hanno apprezzato l'iniziativa e ci sono state richieste di copie di articoli arretrati, antecedenti al 2001, anno da cui la rivista è disponibile gratuitamente *on-line*.

Abbiamo ritenuto quindi di rendere un servizio agli affezionati lettori, rendendo disponibili i numeri completi: attualmente sono accessibili all'indirizzo www.crit.rai.it/eletel i numeri dal 1988 in poi.

Un lettore particolarmente interessato alla storia della televisione, Antonio Lari, ci ha segnalato alcune immagini storiche.

Nel ringraziarlo, ne pubblichiamo quattro: sono immagini tratte dal periodico notizie Rai, dell'aprile e dell'agosto 1969.

La serie completa [gen.1961-mar.1973] di **Notizie Rai**, mensile di informazione della Radiotelevisione Italiana, è parte delle Collezioni Rai (Centro Documentazione "Dino Villani" - Torino). (fonte: www.teche.rai.it/biblioteca/collezioni_rai_torino.html).

Antonio Lari è autore di "L'evoluzione tecnologica in Rai dal 1950 ad oggi attraverso i vari sistemi di ripresa e registrazione" e "OB-Van. Outside Broadcast. Ovvero la tv su ruote, quando le produzioni escono dagli studi", disponibili sul sito del Museo della Radio e della Televisione (www.museoradiotv.rai.it)